# Tds

**Elektr. Feldgrößen:** $E = \frac{F}{Q} = \frac{U}{d}\ [\frac{V}{m}]\quad (U = \int \vec{E}\, d\vec{s})$

$D = \frac{Q}{A}\ [\frac{As}{m^2}]$ ... elektr. Flussdichte $(Q = \oint_A \vec{D}\, d\vec{A})$

$D = \varepsilon \cdot E \qquad \varepsilon\ [\frac{As}{Vm}]$

$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\varepsilon r^2}$

$E = \rho \cdot J \Leftrightarrow J = \kappa \cdot E$

$S = E \cdot J$ ... Leistungsdichte

$R = \frac{l}{\kappa \cdot A} = \frac{\rho \cdot l}{A}$

**Magnet. Feldgrößen:** $H = \frac{I \cdot n}{l} = \frac{\Theta}{l}\ [\frac{A}{m}]$

$B = \frac{F}{I \cdot l}\ [\frac{Vs}{m^2}]$

$B = \mu \cdot H \qquad \mu\ [\frac{Vs}{Am}]$

$F = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$
$= Q(\vec{v} \times \vec{B})$

$\Phi = B \cdot A\ [Vs]\ (\Phi = \int_A B\, dA)$

$\Theta = \oint_s \vec{H}\, d\vec{s}$ ; $\frac{\oint H ds}{\Phi} = \frac{H \cdot l}{B \cdot A} = \ldots$

$\Theta = \Phi \cdot R_m \qquad R_m = \frac{l}{\mu \cdot A}\ [\frac{1}{\Omega s}]$

Dauermagnet: $B_L(H_E) = -\mu_0 \frac{A_E l_L}{A_L l_E} \cdot H_E \quad (da\ \Theta = 0)$

**Kondensator:** $i = C \cdot \frac{du}{dt} \qquad C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d} \qquad C = \frac{Q}{U}$

Seriell: $\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$

Parallel: $C = \sum C_i$

Ladevorgang: $u_c(t) = U_0 (1 - U_0 e^{-t/\tau})$ ; $i_c(t) = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-t/\tau}$ $\qquad \tau = R \cdot C$

Entladevorgang: $u_c(t) = U_0 \cdot e^{-t/\tau}$ ; $i_c(t) = -\frac{U_0}{R} \cdot e^{-t/\tau}$

$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad (\rightarrow F = \frac{1}{2} \frac{C U^2}{d})$

Kapazitäten

Kugel: $C = 4\pi\varepsilon \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$

Zylinder: $C = 2\pi\varepsilon l \cdot \frac{1}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$

**Induktivität:** $u = L \cdot \frac{di}{dt} = w \cdot \frac{d\Phi}{dt} \qquad L = \frac{w^2}{R_m}$

gekoppelt: $L_{12} = w_1 \cdot w_2 \cdot \frac{\mu \cdot A}{l}$

$F = \frac{B^2}{2\mu_0} A = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 A}$

Einschalten: $i = I_0 (1 - e^{-t/\tau}) \qquad \tau = \frac{L}{R}$

Ausschalten: $i = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$

$u(t) = \frac{di}{dt} (L_1 + L_2 + 2 L_{12})$

$u_i = B \cdot l \cdot v$

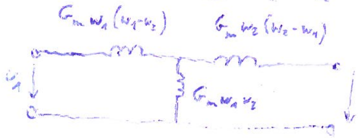
$W = \frac{1}{2} L I^2$

mit Fe-Kern: $L = w^2 \frac{A}{l} \frac{dB}{dH}$

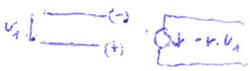
$L = \frac{L_1 \cdot L_2 - L_{12}^2}{L_1 + L_2 \pm 2 L_{12}}$ ... Gegenkopplung

**Trafo:** festgekoppelt: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2} = \ddot{u}$ $\qquad$ idealer: $\frac{I_1}{I_2} = -\frac{w_2}{w_1} = -\frac{1}{\ddot{u}}$ $\qquad \frac{w_1}{w_2} = \frac{U_1}{U_2}$

z.B. Impedanzwandler: $Z_1 = \ddot{u}^2 \cdot Z_2$




**OP**




Rückwirkungsnetzwerk:


$C_1 = C_2 = 0$ : invertierender Verstärker

$R_1 \to \infty,\ C_2 = 0$ : invertierender Differenzierer

$C_1 = 0,\ R_2 \to \infty$ : invertierender Integrierer

(allg.: $C_1 \frac{du_e}{dt} + \frac{u_e}{R_1} + C_2 \frac{du_a}{dt} + \frac{u_a}{R_2} = 0$)

**Wechselstrom:** Überlagerung: $\hat{U} = \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 + 2 \hat{U}_1 \hat{U}_2 \cdot \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

$X_L = j\omega L \qquad B_L = -j \frac{1}{\omega L}$ ; $X_C = -j \frac{1}{\omega C} \qquad B_C = j\omega C$

$\underline{Z} = R + jX$ ... Impedanz $\qquad$ R ... Resistanz, X ... Reaktanz

$\underline{Y} = G + jB$ ... Admittanz $\qquad$ G ... Konduktanz, B ... Suszeptanz

Leistung: $\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}^* = P + jQ \qquad P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$
$\qquad Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$

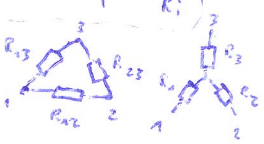
seriell: $\underline{S} = \underline{Z} \cdot I^2$

parallel: $\underline{S} = \underline{Y}^* U^2$

bei: $i(t) = \hat{i} \cdot \sin\omega t$
$\Updownarrow$
$\underline{I} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\omega t}$

Spg.- in Stromquelle: $I_q = \frac{U_q}{R_i}$

$\Delta \leftrightarrow \curlywedge$ :




$R_1 = \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$ $\frac{\rightarrow \text{Anliegende}}{\rightarrow \text{Umfang}}$ ; $R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_3}$ $\frac{\rightarrow \text{Produkt}}{\rightarrow \text{Gegenüberliegend}}$

Ersatz-Quellen (für ZP): Spg.-Quelle: $U_q$ = Leerlaufspg. des ZP

$R_i$: Spg.-Quellen = Kurzschlussverbindung
Strom-Quellen = geöffnete Zweige

Stromquelle: $I_q$ = Kurzschlussstrom d. ZP
$G_i$ = wie oben

Analyse-Verfahren: Maschenanalyse: $[\underline{Z}]\{\underline{I}\} = \{\underline{U}\}$

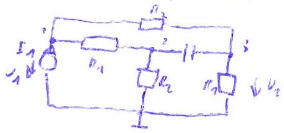
Diagonale: Maschenumlaufwiderstände
Sonst: Kopplungswiderstände (negativ bei ↑↓)
Spg.-Quellen: negativ bei ↑↑

Knotenanalyse: $[\underline{Y}]\{\underline{U}\} = \{\underline{I}\}$

Diagonale: Knotenleitwerte
Sonst: Kopplungsleitwerte (immer negativ)

[bei idealer Spg.-Quelle(n): gemeinsamen Knotenpunkt als Bezugspunkt ⇒ Potenziale sind bekannt und können auf andere Seite gebracht werden]

Bsp:

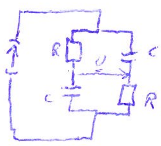



| $\varphi_1$ | $\varphi_2$ | $\varphi_3$ | = |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | $U_1$ |
| $-1/R_1$ | ---- | --- | 0 |
| --- | --- | --- | 0 |

Unverständliches

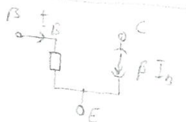
OP sorgt dafür, dass keine Phasenverschiebung zw. Strom und Spg. entsteht ⇒ Leistung der Quelle hängt nicht von Frequenz ab

Brückenschaltung:

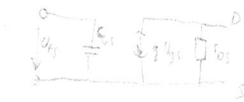



$$\underline{U} = \frac{\underline{I}}{2}\left(\frac{1}{j\omega C} - R\right)$$

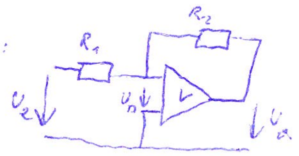
PNP:




FET




Invert. Verstärker:

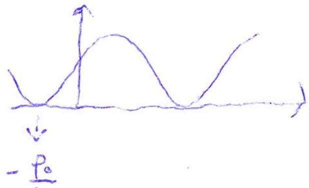



$$U_a = -U_e \cdot \frac{R_2}{R_1} \quad \text{(ideal)}$$

$$-U_D = -U_e \frac{R_2}{R_1+R_2} - U_a \cdot \frac{R_1}{R_1+R_2} \Rightarrow U_D = \frac{R_2 \cdot U_e}{R_1 + R_2 + V R_1}$$

Dauermagnet: Vorgänge im Eisen kann vernachlässigt werden.

Phasenverschiebung: $F(t) = \hat{i}^2 \cdot \sin^2(\omega t + \varphi_0)$



$$-\frac{\varphi_0}{\omega}$$

Unrealist. Ergebnis bei großer Luftspaltlänge wegen Inhomogenität ⇒ Streuung